

**RECHERCHES SUR LA POLLUTION  
MERCURIELLE EN RADE D'HYÈRES  
ET DANS L'ARCHIPEL  
DES STOECHADES  
(MÉDITERRANÉE, FRANCE).**

**5. - DEGRÉ DE CONTAMINATION  
PAR LE MERCURE DES ORGANISMES  
BENTHIQUES DES GORGES DU LOUP,  
AU VOISINAGE DU REJET EN MER  
DES EAUX DE LA STATION  
D'ÉPURATION DE L'ILE  
DE PORQUEROLLES**

**H. AUGIER, G. GILLES et G. RAMONDA (1)**

*Résumé* : L'utilisation de la spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme a permis de déterminer la teneur en mercure total de différents échantillons d'eau de mer, d'algues, de phanérogames marines et d'animaux benthiques prélevés à des distances différentes du rejet des effluents secondaires de la station d'épuration de l'île de Porquerolles, dans les gorges du Loup.

Les résultats obtenus montrent que les organismes situés dans le voisinage immédiat du rejet présentent une teneur en mercure légèrement supérieure à ceux qui en sont plus éloignés et ceci selon un gradient décroissant de concentration depuis la côte jusque vers le large.

Les concentrations en mercure enregistrées demeurent néanmoins très faibles si on les compare à celles qui caractérisent les grandes régions industrielles, agricoles et urbaines du littoral ; elles sont également moins élevées que celles enregistrées dans les ports voisins de Port-Cros et de Porquerolles. La pollution mercurielle des gorges du Loup ne présente donc pour l'instant aucun caractère alarmant.

---

(1) Laboratoire de biologie végétale marine, U.E.R. des sciences de la mer et de l'environnement, Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille Cedex 2 et Laboratoire Vétérinaire, 13252 Marseille Cedex 2.

*Summary* : The utilization of flameless atomic absorption spectrophotometry had permitted the determination of the mercury contents of different samples of sea water, algae, marine phanerogams and benthic animals in the « Gorges du Loup », in regard with the distance of the rejection of the station of purification of Porquerolles island.

The results shows that the organisms living in the neighbourhood of the rejection present a mercury rate slightly higher of those which are most removed and this according to a decreasing gradient from rejection to offing.

The rate of mercury are, however, very low comparatively to those who characterize the great industrial, agricultural and urban regions of the sea-shore ; they are still less than those of neighbouring ports of Port-Cros and Porquerolles. Consequently, the mercuric pollution of the « Gorges du Loup » is not alarming till now.

## 1. — INTRODUCTION

Cette étude constitue le cinquième élément d'un ensemble de travaux présentés sous le titre général : « Recherches sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades » (AUGIER *et al.*, 1976 a, 1977 a et b, 1978 a).

Il nous a paru, en effet, intéressant de poursuivre nos recherches en examinant l'importance que pouvaient avoir les rejets en mer des effluents secondaires de la station d'épuration de Porquerolles sur la contamination mercurielle des organismes benthiques vivant au voisinage de ce rejet, dans les gorges du Loup. La station d'épuration de Porquerolles présente en effet une double anomalie dont les conséquences molysmologiques constituent un intérêt supplémentaire à cette étude : elle est dépourvue d'installations de traitement tertiaire des effluents, normalement prévus dans le plan d'assainissement de l'île, et les effluents secondaires sont déversés à la mer, sans canalisation.

## 2. — INSTALLATIONS D'ASSAINISSEMENT DE L'ÎLE DE PORQUEROLLES EN NATURE DES REJETS EN MER

Depuis la création du village en 1920, la plus grande partie des effluents domestiques de l'île de Porquerolles était déversée directement en mer, au niveau du port (AUGIER et SEILLER, 1978). En 1972, un réseau unitaire de collecte des eaux usées et une station d'épuration ont été conjointement mis en service selon un plan d'assainissement dont l'exécution n'est pas encore achevée.

Le réseau d'égout (fig. 1) comprend les canalisations rénovées construites en 1946-47 et des canalisations récentes ; l'ensemble draine toutes les eaux usées de l'agglomération porquerollaise vers une installation de dégrillage à nettoyage manuel. Les refus de grille sont joints quotidiennement aux ordures ménagères solides. Par l'intermédiaire de deux conduites distinctes, une station de refoulement amène les eaux usées à la station d'épuration située à 1,4 km au Sud du village. L'une des conduites, de 175 mm de diamètre, est utilisée en période estivale avec un débit de relevage de 93 m<sup>3</sup>/h ; l'autre, de 80 mm de diamètre est réservée à la période normale, hors afflux touristique, avec un débit de relevage de 14 m<sup>3</sup>/h. L'utilisation successive de ces deux conduites

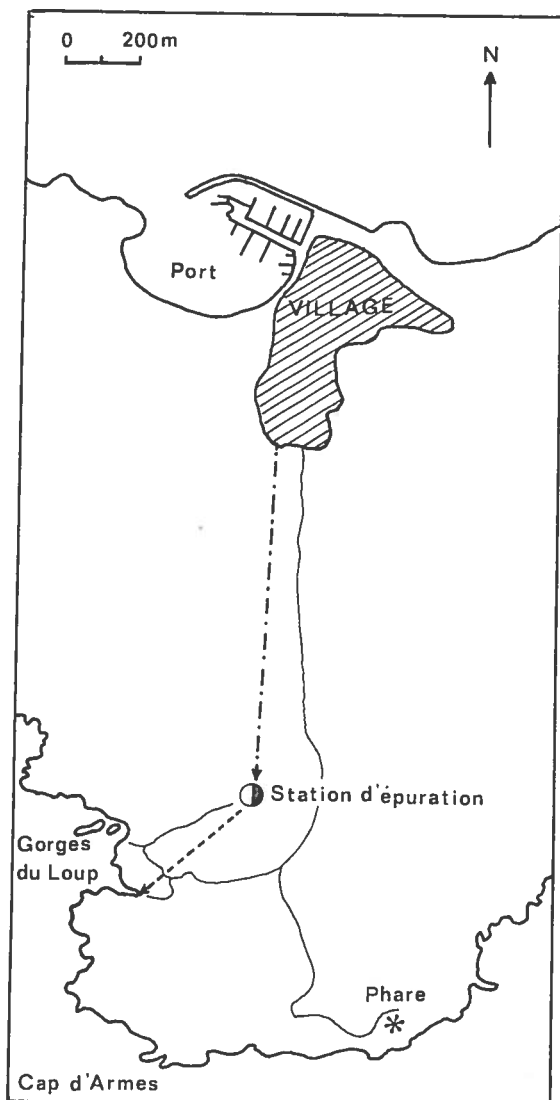


Fig. 1 : Situation générale de la station d'épuration et des conduites d'eaux usées et d'eaux traitées sur l'île de Porquerolles.

permet de s'adapter facilement au volume des eaux usées et d'éviter la stagnation et l'évolution putride des eaux en cours de transport.

La station d'épuration comprend, actuellement, des installations classiques de dégrillage à nettoyage manuel, de dessablage, de déshuilage et d'épuration biologique. Le procédé adopté est du type boues activées ; il fonctionne, en moyenne charge, en période estivale, sur deux aérateurs de 144 m<sup>3</sup> chacun et en aération prolongée, en période normale, sur un seul aérateur de 144 m<sup>3</sup>. Les boues sont séchées sur lits de séchage.

Les installations de traitement tertiaire des effluents prévues dans le plan d'assainissement et devant aboutir à un recyclage complet des eaux ne sont pas encore en place. Il en résulte que les eaux issues de la station d'épuration biologique (effluents secondaires) sont provisoirement déversées, sans canalisation, dans un thalweg qui aboutit dans les gorges du Loup sur le versant Sud de l'île.

Les normes qualitatives imposées à la sortie des eaux de la station d'épuration sont celles des zones dites « de proximité » et correspondent :

- . D.B.O. (Demande Biologique en Oxygène) : 20 mg/l
- . D.C.O. (Demande Chimique en Oxygène) : 60 mg/l
- . M.E.S.T. (Matières en Suspension Totales) : 20 mg/l

Une analyse des effluents secondaires, effectuée en novembre 1975, donne les résultats suivants, sur un prélèvement moyen de 24 h (Document archives du Parc National de Port-Cros) :

pH		7,7
D.C.O.	mg/l	43,6
D.B.O.	mg/l	2
M.E.S.T.	mg/l	5,2
M.S.O.	mg/l	5
TH	°F	21
Calcium	mg/l	57,0
Magnésium	mg/l	20,2
Sodium	mg/l	200
Potassium	mg/l	21,0
Ammonium	mg/l	20,8
Détergents (ABS)	mg/l	0,37
Sulfures	µg/l	< 100
Bicarbonates	mg/l	258
Chlorures	mg/l	261,2
Sulfates	mg/l	86,5

Nitrites	µg/l	0,52
Nitrates	mg/l	2,9
Phosphates	mg/l	26,0
Fer	µg/l	72
Chrome total = Cr <sup>6+</sup>	µg/l	< 4
Manganèse	µg/l	53
Plomb	µg/l	< 4
Cobalt	µg/l	< 2
Nickel	µg/l	4
Sélénium	µg/l	< 10
Arsenic	µg/l	< 5
Cadmium	µg/l	< 1
Zinc	µg/l	42
Cuivre	µg/l	< 4
Cyanures	µg/l	< 50

En ce qui concerne la teneur en mercure total, des dosages spectrophotométriques réalisés par nos soins sur différents échantillons d'eau ont donné les résultats suivants :

— eau usée prélevée le 11 septembre 1978 à la sortie de la station d'épuration .....	0,068 µg/l
— eau usée prélevée le 11 septembre 1978 à proximité du rejet en mer .....	0,049 µg/l
— eau de mer prélevée le 12 septembre 1978 à 2 mètres du rejet .....	0,53 µg/l

### 3. — METHODE

#### 3.1. — Récolte des échantillons

Les récoltes sont réalisées en plongée en scaphandre autonome dès que la profondeur dépasse 50 centimètres. Les plantes et les animaux sont prélevés entiers et avec grand soin pour les garder intacts et vivants jusqu'au laboratoire.

L'eau de mer est directement recueillie sur place dans des récipients en polyéthylène de 2 000 cm<sup>3</sup> de capacité.

#### 3.2. — Préparation des échantillons et traitement préliminaire

Au laboratoire, les échantillons vivants, transportés dans des récipients remplis d'eau de mer prélevée sur place, sont triés, mesurés et débarrassés des épiphytes s'il y a lieu. L'eau de mer et les organismes vivants sont ensuite lyophilisés et micropulvérisés selon une technique précédemment décrite (AUGIER, 1970).

Il convient de préciser que chaque lot analysé est composé par les échantillons de plusieurs individus différents récoltés dans la même aire

d'étude : au moins 3 dans le cas des *Codium*, des holothuries et des oursins et souvent plus de 10 en ce qui concerne les autres organismes végétaux et animaux. La poudre lyophilisée correspondante est homogénéisée avec grand soin et les dosages sont effectués sur au moins trois prélèvements de cette poudre, quelquefois plus si les valeurs obtenues par les trois premiers dosages ne coïncident pas parfaitement.

Les lyophilisats sont minéralisés par attaque sulfonitrique, en présence d'oxyde de vanadium. Un appareil de UTHE modifié permet de réduire les vapeurs condensées par un mélange d'éthanol et de neige carbonique (CUMONT *et al.*, 1974). Le mercure est déplacé de ses sels mercuriques par le chlorure stanneux. Les vapeurs de mercure qui se trouvent dans l'atmosphère de l'appareil de réduction, sont chassés par un courant d'azote et canalisées vers l'appareil de dosage.

### 3.3. — Dosage du mercure

Le mercure est dosé à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique sans flamme IL 253, de « Instrumentation Laboratory Incorporation de Lexington », selon la méthode de UTHE *et al.* (1970), perfectionnée par CUMONT (1971) et CUMONT *et al.*, (1974) et décrite en détail précédemment (AUGIER *et al.*, 1976).

## 4. — RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus ont été portés dans les tableaux I (végétaux) et II (animaux) et l'emplacement exact des prélèvements dans les figures 2 (végétaux) et 3 (animaux).

### 4.1. — Degré de contamination mercurielle des végétaux benthiques

Selon l'espèce, la taille, la profondeur de récolte et la distance au rejet des effluents, la concentration en mercure total des échantillons d'algues s'échelonne de 0,03 à 0,06 ppm (tableau I). L'examen des résultats obtenus avec l'algue verte *Codium fragile* et l'algue brune *Stypocaulon scoparium* montre qu'il existe un gradient de contamination mercurielle décroissant avec l'éloignement au rejet (0,05 - 0,04 - 0,03 ppm).

Si on compare ces chiffres avec ceux obtenus dans d'autres secteurs du littoral méditerranéen, on constate que la concentration en mercure des algues est très faible (tableau III). Par exemple, la Phéophycée *Stypocaulon scoparium*, qui constitue un bon indicateur biologique de la pollution mercurielle, montre des concentrations en mercure total (0,03 à 0,05 ppm) sans commune mesure avec celles enregistrées au Cap d'Antibes (0,38 ppm) et dans le golfe de Fos (3,96 ppm) ; elles sont également plus faibles qu'au niveau de la plage de BANDOL (0,09 ppm), au voisinage de l'entrée du port de Porquerolles (0,05 à 0,09 ppm) et dans la baie de Port-Cros (0,10 à 0,20 ppm). Il convient néanmoins de préciser que nous n'avons pas trouvé d'algues à moins de 5 mètres du rejet et que le premier échantillon de *Stypocaulon* en était éloigné de 30 mètres.

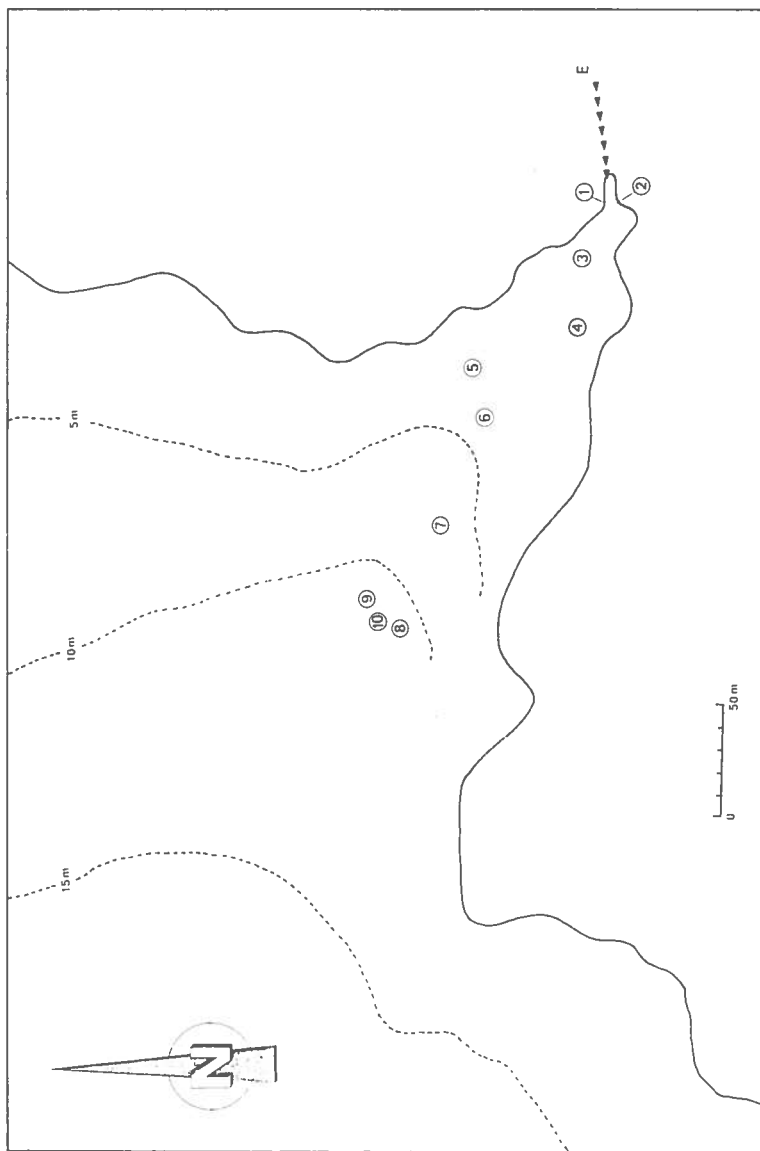


Fig. 2 - Emplacement des stations de prélèvement des algues et des posidonies dans les gorges du Loup. (E : arrivée des effluents secondaires).

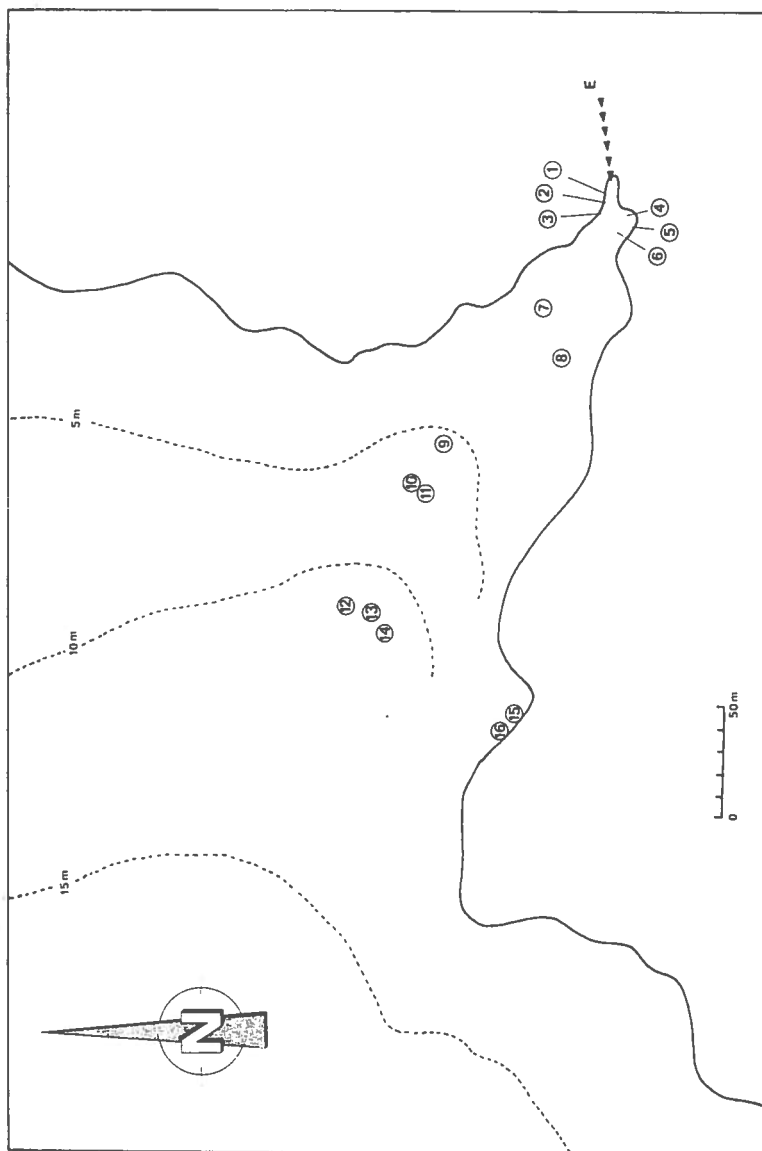


Fig. 3 - Emplacement des stations de prélèvement des animaux dans les gorges du Loup. (E : arrivée des effluents secondaires).



Genres - Espèces	Numéro échantillons	Distance approximative au rejet (m)	Profondeur (m)	Dimensions (longueur ou diamètre en mm)	Concentration en mercure (ppm)
<u>ALGUES</u>					
<u>Codium fragile</u>	1	5	- 1,5	158	0,05
<u>Corallina mediterranea</u>	2	5	0 à - 0,5	28	0,05
<u>Stypocaulon scoparium</u>	3	30	- 2,5	42	0,05
<u>Codium fragile</u>	4	60	- 3,5	210	0,04
<u>Stypocaulon scoparium</u>	5	100	- 4	40	0,04
<u>Codium fragile</u>	6	105	- 4,5	260	0,04
<u>Codium fragile</u>	7	170	- 7	152	0,03
<u>Codium fragile</u>	8	230	- 12	125	0,03
<u>Stypocaulon scoparium</u>	9	230	- 12	38	0,03
<u>PHANEROGAMES MARINES</u>					
<u>Posidonia</u> ( Feuilles )	10	235	- 12	328	0,03
<u>oceanica</u> ( Rhizomes )					0,06
( Racines )					0,03

TABEAU I - Taux de mercure total dans les échantillons de diverses espèces végétales benthiques des gorges du loup en fonction de la distance au rejet des effluents secondaires de la station d'épuration de l'île de Porquerolles (Les concentrations en mercure sont exprimées en ppm (= 10<sup>-6</sup>) de poudre lyophilisée ; les échantillons ont été récoltés les 9 et 10 septembre 1978.

Genres - Espèces	Numéro échantillons	Groupe systématique	Distance approximative au rejet (m)	Profondeur (m)	Dimensions (longueur ou diamètre en mm)	Concentration en mercure (ppm)
<u>Mytilus galloprovincialis</u>	1	L	3	- 0,10 à - 0,20	31 x 18	0,50
<u>Patella coerulea</u>	2	G	3 à 4	0 à - 0,50	31	0,24
<u>Pachygrapsus marmoratus</u>	3	C	5	0	25 x 35	0,12
<u>Arbacia lixula</u>	4	E O	5	- 1,5	104	0,11
<u>Monodonta turbinata</u>	5	G	5 à 6	0 à - 0,30	19	0,09
<u>Paracentrotus lividus</u>	6	E O	6	- 1,5	56	0,05
<u>Spirographis spallanzanii</u>	7	V	50	- 3	200 (tube)	0,18
<u>Paracentrotus lividus</u>	8	E O	60	- 3,5	73	0,05
<u>Sphaerochinus granularis</u>	9	E O	130	- 6	78	0,08
<u>Arbacia lixula</u>	10	E O	140	- 7	85	0,05
<u>Paracentrotus lividus</u>	11	E O	140	- 7	65	0,05
<u>Sphaerochinus granularis</u>	12	E O	220	- 11	62	0,03
<u>Paracentrotus lividus</u>	13	E O	220	- 11	82	0,03
<u>Holothuria forskali</u>	14	E H	220	- 11	136	0,14
<u>Monodonta turbinata</u>	15	G	225	- 0,10	18	0,04
<u>Patella coerulea</u>	16	G	230	- 0,05	25	0,06

TABLEAU II - Taux de mercure total dans les échantillons de diverses espèces animales benthiques des gorges du loup en fonction de la distance au rejet des effluents secondaires de la station d'épuration de l'île de Porquerolles. (Les concentrations en mercure sont exprimées en ppm ( $= 10^{-6}$ ) de poudre lyophilisée ; les échantillons ont été récoltés les 9 et 10 septembre 1978. C = Crustacés, E = Echinodermes, G = Gastéropodes, H = Holothurides, L = Lamellibranches, O = Oursins, V = Vers. Tous les organismes ont été analysés entiers, sauf les moules et les patelles chez lesquelles les coquilles ont été enlevées).

Genes Espèces	Lieu de prélèvement	Concentration (ppm)
<u>Codium</u> <u>fragile</u>	Baie du Grand Soufre, îles du Frioul, Marseille (Bouches-du-Rhône) (1)	0,07
	Baie de Port-Cros, îles d'Hyères (Var) (2)	0,11
	Port de Bandol (Var) (2)	0,11
	Cap Croisette, Marseille (Bouches-du-Rhône) (1)	0,30
	Calanque de la Mounine, Marseille (Bouches-du-Rhône) (1)	0,45
<u>Stypocaulon</u> <u>scoparium</u>	Plage à la sortie de Bandol (Var) (3)	0,09
	Port de Port-Cros, îles d'Hyères (Var) (2)	0,10 à 0,20
	Cap d'Antibes (Alpes Maritimes) (4)	0,38
	Port de Porquerolles, îles d'Hyères (Var) (5)	0,05 à 0,76
	Anse de Ponteau, golfe de Fos (Bouches-du-Rhône) (6)	1,10
	L'Auguette, golfe de Fos (Bouches-du-Rhône) (7)	3,96
<u>Corallina</u> <u>mediterranea</u>	Aygade-Ceinturon, golfe d'Hyères (Var) (6)	0,05
	Port de Porquerolles, îles d'Hyères (Var) (5)	0,13
	Cap Croisette, Marseille (Bouches-du-Rhône) (6)	0,19
	L'Auguette, golfe de Fos (Bouches-du-Rhône) (7)	0,26

TABLEAU III - Taux de mercure total dans les lyophilisats de différents échantillons d'algues du littoral méditerranéen français. (Les résultats sont exprimés en ppm (=  $10^{-6}$ ). D'après AUGIER et al., 1976 (7), 1977 a (2), et b (3), 1978 a (5) et b (1), 1979 (4), résultats inédits (6)).

Genres Espèces	Lieu de prélèvement	Concentration (ppm)
<u>Arbacia</u> <u>lixula</u>	Calanque du Tuff, île de Port-Cros (Var) (1)	0,05
	Baie de Port-Cros, île de Port-Cros (Var) (2)	0,06 à 0,23
	Port de La Ciotat (Bouches-du-Rhône) (1)	0,34
	Cap d'Antibes (Alpes Maritimes) (3)	4,24
<u>Paracentrotus</u> <u>lividus</u>	Calanque du Tuff, île de Port-Cros (Var) (1)	0,03
	Baie de Port-Cros, île de Port-Cros (Var) (2)	0,05 à 0,17
	Port des Lecques (Var) (1)	0,06
	Port de Porquerolles, îles d'Hyères (Var) (4)	0,22
	Calanque de la Mounine, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,33
	A proximité île Riou, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,47
	Calanque des Queyrans, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,60
<u>Sphaerochinus</u> <u>granularis</u>	Port de Porquerolles, îles d'Hyères (Var) (4)	0,13
	Ilots des Empereurs, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,14
	Roucas Blanc, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,29
	Calanque des Queyrans, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,59
	Calanque de la Mounine, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,73
<u>Holothuria</u> <u>forskali</u>	Ilots des Empereurs, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,19
	Cap d'Antibes (Alpes Maritimes) (3)	0,30
	Baie de Port-Cros, îles d'Hyères (Var) (2)	0,26 à 0,48
	Port de Porquerolles, îles d'Hyères (Var) (4)	0,12 à 0,35
	Calanque de la Mounine, Marseille (Bouches-du-Rhône) (5)	0,59

TABLEAU IV - Taux de mercure total dans les lyophilisats de différents échantillons d'Echinodermes du littoral méditerranéen français. (Les résultats sont exprimés en ppm (=  $10^{-6}$ ). D'après AUGIER et al., 1976 (2), 1978 a (4) et c (5), 1979 (3) et résultats inédits (1)).

Les feuilles, les rhizomes et les racines de *Posidonia oceanica* prélevés à 235 m du rejet (il n'y a pas de posidonies plus près du rejet) présentent également des valeurs très faibles (0,03 ppm à 0,06 ppm) en dessous même de la teneur naturelle (0,05 à 0,12 ppm) enregistrée dans le Parc National de Port-Cros, dans un secteur normalement exempt de pollution (AUGIER *et al.*, 1977). Ce résultat montre qu'il n'y a donc plus de contamination mercurielle décelable au-delà d'une distance de 200 m du rejet.

#### 4.2. — Degré de contamination mercurielle des animaux benthiques

Les concentrations en mercure total des échantillons d'animaux benthiques s'échelonnent de 0,03 à 0,50 ppm selon l'espèce, la taille, la profondeur de récolte et la distance au rejet des effluents (tableau II).

Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées chez la moule *Mytilus galloprovincialis* (0,50 ppm), la patelle *Patella caerulea* (0,24 ppm), le crabe *Pachygrapsus marmoratus* (0,12 ppm), l'oursin *Arbacia lixula* (0,11 ppm) et l'escargot de mer *Monodonta turbinata* (0,09 ppm) situés dans le voisinage immédiat du rejet. Une valeur relativement élevée a également été obtenue avec le ver *Spirographis spallanzanii* situé à environ 50 m du rejet.

Il existe également, chez les animaux, un gradient de contamination mercurielle décroissant avec l'éloignement au rejet comme on peut s'en rendre compte par l'examen des concentrations en mercure des différents échantillons d'oursins (*Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*, *Sphaerochinus granularis*) de *Patella* et de *Monodonta turbinata* (tableau II).

Il ne faut pas s'étonner que les concentrations en mercure enregistrées chez les animaux soient souvent plus élevées que celles des végétaux puisque les concentrations les plus fortes sont rencontrées dans les échantillons situés au voisinage immédiat du rejet dans une zone encore dépourvue de végétation. Il n'en demeure pas moins que les taux de mercure enregistrés dans les animaux benthiques restent dans des limites très acceptables si on les compare à ceux d'autres secteurs du littoral (tableaux IV et V), sauf pour *Mytilus galloprovincialis* dont on connaît le pouvoir élevé de concentration des composés mercuriques (MAJORI *et al.*, 1976 a et b).

Lieu de prélèvement		Concentration (ppm)
Baie de Port-Cros, îles d'Hyères (Var)	(1)	1,06 à 2,61
Baie des Anges (Alpes Maritimes)	(2)	2,58
Cagnes (Alpes Maritimes)	(3)	2,58
L'Auguette, golfe de Fos (Bouches-du-Rhône)	(4)	4,57

TABLEAU V - Taux de mercure total dans différents échantillons de moules (*Mytilus galloprovincialis*) du littoral méditerranéen français. (Les résultats sont exprimés en ppm (=  $10^{-6}$ ). D'après AUBERT et al., 1969 (3) et 1974 (2), AUGIER et al., 1976 (4) et 1977 (1)).

## 5. — CONCLUSION

Cette étude nous a permis de déterminer l'influence exacte que pouvaient avoir les effluents d'origine domestique rejetés par une station d'épuration dépourvue de traitement tertiaire sur la contamination mercurielle des organismes marins vivant dans le voisinage du rejet.

Les dosages effectués sur divers échantillons d'algues, de phanérogames marines et d'animaux benthiques ont révélé des concentrations en mercure légèrement plus élevées que celles ordinairement rencontrées dans les régions à l'abri de la pollution, plus particulièrement lorsque les organismes sont récoltés aux abords immédiats du rejet. L'analyse de plusieurs échantillons d'une même espèce prélevés à des distances différentes du rejet a également permis de mettre en évidence l'existence d'un gradient de pollution mercurielle décroissant rapidement avec l'éloignement du rejet.

Les concentrations en mercure enregistrées demeurent, néanmoins, en général, très faibles si on les compare à celles qui caractérisent les grandes régions industrielles, agricoles et urbaines du littoral ; elles sont également moins élevées que celles relevées dans les ports de plaisance voisins de Port-Cros et de Porquerolles. La pollution mercurielle des gorges du Loup engendrée par le rejet des effluents secondaires du village de Porquerolles, strictement localisé dans les gorges, ne présente donc pour l'instant aucun caractère alarmant.

Ce résultat rassurant, qui concerne seulement la pollution par le mercure, ne justifie pas néanmoins l'absence de traitement tertiaire au niveau de la station d'épuration de Porquerolles, ni le rejet direct dans une zone naturellement à l'abri de la pollution. Les plongées effectuées dans les gorges du Loup à l'occasion de ce travail ont en effet permis d'observer une perturbation locale des peuplements benthiques dans le voisinage immédiat du rejet, perturbation qui est dans doute en rapport

avec l'apport d'eau douce et d'autres polluants (détergents, bactéries, etc...). Il faut espérer que les études en cours permettront de mieux connaître l'importance réelle de ce phénomène et que des mesures seront prises prochainement pour supprimer cette source de pollution.

## REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier ici MM. ROBERT et VIX, Gardes Moniteurs au Parc National de Port-Cros, pour leur aide efficace en plongée ainsi que Monsieur AUDEMARD, Chef de secteur, Monsieur STORA, pilote, et Madame AUGIER, pour leur assistance en surface.

## BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT M., CHARRA R., MALARA G., 1969. — Etude de la toxicité des produits chimiques vis-à-vis de la chaîne biologique marine. *Rev. Intern. Océanogr. méd.*, 13-14 : 45-72.
- AUBERT M., DONNIER B., 1974. — Pollution du milieu marin par le mercure et le cadmium en Méditerranée. *Actes Sympos. Intern., Commission des Communautés Européennes, Luxembourg*, 1974 : 261-278.
- AUGIER H., 1970. — La lyophilisation, son utilisation en phycologie. *Bull. Mus. Hist. nat., Marseille*, 30 : 229-251.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1976 a. — Recherches sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 1. — Teneur en mercure des eaux, des sédiments et des phanérogames marines de milieu lagunaire dans l'anse de Port-Cros (Parc National). *Trav. Sci. Parc Nat. de Port-Cros*, 2 : 23-28.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1976 b. — Impact de la pollution par le mercure sur divers organismes végétaux et animaux au niveau des biocénoses se succédant de la zone halophile à l'étage infralittoral supérieur, à l'Auguette (Golfe de Fos, Méditerranée, France). 95<sup>e</sup> Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences « Expansion et qualité de la vie », 5-10 juillet 1976, Marseille (sous presse).
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1977 a. — Recherche sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 2. — Teneur en mercure des eaux, des sédiments, des algues et des animaux benthiques du port de Port-Cros. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 3 : 9-25.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1977 b. — Recherche sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 3. — Teneur en mercure de la phanérogame marine *Posidonia oceanica* en fonction de la profondeur et de la pollution dans l'île de Port-Cros. Comparaison avec d'autres régions du littoral méditerranéen français. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 3 : 27-38.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978 a. — Recherche sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 4. — Le port de Porquerolles. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 4 : 237-269.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978 b. — Recherche sur la pollution mercurielle du milieu maritime dans la région de Marseille (Méditerranée, France). 2. — Degré de contamination par le mercure de l'algue verte *Codium fragile* (Sur.) Hariot dans les secteurs dégradés de l'herbier de posidonies à proximité des ports et du rejet du grand collecteur d'égout de la ville de Marseille. XXVI<sup>e</sup> Congr. Assembl. plén. Comm. Intern. Etud. Sci. Médit., Antalya 24/11 - 2/12, 1978 : 2 p.

- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978 c. — Recherche sur la pollution mercurielle du milieu maritime dans la région de Marseille (Méditerranée, France). 3. — Degré de contamination par le mercure des Echinodermes prélevés dans l'herbier de posidonies à proximité des ports et du rejet du grand collecteur d'égout de la ville de Marseille. *Environ. Pollut.*, 18 (3) : 179-185.
- AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1979. — Recherche sur la pollution littorale dans les Alpes Maritimes (Méditerranée, France) : teneur en mercure de quelques organismes benthiques de la zone infralittorale supérieure au Cap d'Antibes. *Bull. Ecol.* (sous presse).
- AUGIER H., SEILLER A., 1978. — Le port de Porquerolles (Méditerranée, France). I. — Historique, description générale des installations, bilan des activités portuaires, inventaire des sources de nuisances. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 4 : 177-236.
- CUMONT G., 1971. — Dosage du mercure par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme. *Chimie analytique*, 53, 10 : 634-645.
- CUMONT G., DAGORN M.-B., LELIEVRE H., 1974. — Dosage du mercure dans les produits biologiques par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme. *Actes Sympos. Intern. Comm. Europ., Luxembourg* : 221-230.
- MAJORI L., NEDOCLAN G., MODONUTTI G.-B., CAMPELLO C., 1976 a. — Pollution par les métaux lourds dans la mer Adriatique du Nord. Note II. Etude de la distribution de quelques éléments en trace dans le *Mytilus galloprovincialis* Lmk du golfe de Trieste. XXV<sup>e</sup> Congrès - Assemblée plén., *Comm. Intern. Explor. Sci. Mer Méditer. Split* 22-30 octobre 1976 : 8 p.
- MAJORI L., NEDECLAN G., MODONUTTI G.-B., CAMPELLO C., 1976 b. — Pollution par les métaux lourds dans la mer Adriatique du Nord. Note III. Le phénomène d'accumulation des métaux dans le *Mytilus galloprovincialis* Lmk et son application comme indicateur de pollution. XXV<sup>e</sup> Congrès - Assemblée plén., *Comm. Intern. Explor. Sci. Mer Méditer., Split* 22-30 octobre 1976 : 8 p.
- UTHE J.-F., ARMSTRONG F.-A.-J., STANTON M.-P., 1970. — Mercury determination in fish samples by wet digestion and flameless atomic absorption spectrophotometry. *J. Fish. Res. Board Canada*, 27 (4) : 805-811.